

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



DE 03/02703

REC'D 25 SEP 2003

WIPO PCT

#2

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 56 528.7

Anmeldetag: 4. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritz-
einrichtung einer Brennkraftmaschine

IPC: F 02 M 59/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stensius

R. 304539

5 05.11.2002 Gu/Os

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer
Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

20 Eine solche Hochdruckpumpe ist durch die DE 198 29 548 A1 bekannt. Diese Hochdruckpumpe weist eine Antriebswelle und wenigstens ein Pumpenelement mit einem durch die Antriebswelle in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf. Die Antriebswelle weist einen exzentrisch zu ihrer Drehachse ausgebildeten Wellenabschnitt auf, auf dem ein Ring drehbar gelagert ist. Der Pumpenkolben stützt sich über ein Stützelement am Ring ab. Die Drehbewegung der Antriebswelle wird über den Ring, der sich nicht mit der Antriebswelle mitdreht, in eine Hubbewegung des Pumpenkolbens umgewandelt. Im Kontaktbereich zwischen dem Ring und dem Stützelement wirken infolge des vom Pumpenkolben erzeugten Drucks hohe Kräfte. Zur weiteren Verbrauchs- und Schadstoffemissionsreduzierungen bei Brennkraftmaschinen werden immer höhere Drücke bei der Kraftstoffeinspritzung benötigt, die durch die Hochdruckpumpe erzeugt werden müssen. Hierdurch steigt die Belastung der Bauteile der Hochdruckpumpe und der Verschleiß des Rings und des Stützelements nimmt zu. Außerdem werden zur Reduzierung der Schadstoffemission neue Kraftstoffe

35

entwickelt, die insbesondere wenig Schwefel enthalten, wobei jedoch die Schmiereigenschaften des Kraftstoffs verschlechtert werden. Aus diesem Grund kann unter Umständen keine ausreichende Lebensdauer der Hochdruckpumpe mehr gewährleistet werden.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Hochdruckpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Verschleißbeständigkeit des Rings und des Stützelements derart verbessert ist, dass die Hochdruckpumpe auch bei der Erzeugung sehr hoher Drücke und bei geringer Schmierwirkung des Kraftstoffs eine ausreichende Lebensdauer erreicht.

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Hochdruckpumpe angegeben.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Hochdruckpumpe in einem Längsschnitt. Figur 2 die Hochdruckpumpe in einem Querschnitt entlang Linie II-II in Figur 1, Figur 3 einen in Figur 2 mit III bezeichneten Ausschnitt der Hochdruckpumpe mit einer ersten Ausführung von Mikrovertiefungen und die Figuren 4 bis 6 weitere Ausführungen von Mikrovertiefungen.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In den Figuren 1 bis 6 ist eine Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs dargestellt, die als Radialkolbenpumpe ausgebildet ist. Durch die Hochdruckpumpe

wird dabei Kraftstoff unter Hochdruck von bis zu 2000 bar
gefordert, beispielsweise in einen Speicher, aus dem
Kraftstoff zur Einspritzung an der Brennkraftmaschine
entnommen wird. Die Hochdruckpumpe weist ein Gehäuse 10 auf,
5 in dem eine Antriebswelle 12 um eine Achse 13 drehbar
gelagert ist. Im Gehäuse 10 sind wenigstens ein,
vorzugsweise mehrere Pumpenelemente 14 angeordnet, die durch
die Antriebswelle 12 angetrieben werden. Die Antriebswelle
12 weist einen exzentrisch zu ihrer Drehachse 13
10 ausgebildeten Wellenabschnitt 16 auf, auf dem ein Ring 18
drehbar gelagert ist. Die Pumpenelemente 14 weisen jeweils
einen Pumpenkolben 20 auf, der in einer zumindest annähernd
radial zur Drehachse 13 der Antriebswelle 12 verlaufenden
Zylinderbohrung 22 verschiebbar dicht geführt ist. Der
15 Pumpenkolben 20 jedes Pumpenelements 14 stützt sich mit
seinem Kolbenfuß 21 über ein Stützelement 24 am Ring 18 ab.
Der Kolbenfuß 21 kann dabei durch eine Feder 26, die sich
einerseits am Gehäuse 10 und andererseits über einen
Federteller 23 am Stützelement 24 abstützt, in Anlage am
20 Stützelement 24 und über dieses am Ring 18 gehalten werden.
Das Stützelement 24 kann beispielsweise als Stützplatte oder
als Stößel ausgebildet sein.

Durch den jeweiligen Pumpenkolben 20 wird ein
Pumpenarbeitsraum 28 begrenzt, der durch ein in den
Pumpenarbeitsraum 28 öffnendes Einlassventil 30 mit einer
Kraftstoffzuführung verbindbar ist, in der Niederdruck
herrscht. Der Pumpenarbeitsraum 28 ist außerdem durch ein
zum Speicher hin öffnendes Auslassventil 32 mit dem Speicher
30 verbindbar. Bei der Rotation der Antriebswelle 12 wird der
Pumpenkolben 20 über den exzentrischen Wellenabschnitt 16
der Antriebswelle 12 und den Ring 18, der sich nicht mit der
Antriebswelle 12 mitdreht, in einer Hubbewegung angetrieben.
Wenn der Pumpenkolben 20 sich radial nach innen bewegt, so
35 führt dieser einen Saughub aus, wobei das Einlassventil 30
geöffnet ist, so dass Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 28

5 einströmt, während das Auslassventil 32 geschlossen ist.
Wenn der Pumpenkolben 20 sich radial nach außen bewegt, so
führt dieser einen Förderhub aus, wobei das Einlassventil 30
geschlossen ist und der vom Pumpenkolben 20 verdichtete
Kraftstoff durch das geöffnete Auslassventil 32 unter hohem
Druck in den Speicher gelangt.

10 Der Ring 18 weist entsprechend der Anzahl der Pumpenelemente
14 an seiner Außenseite Abflachungen 34 auf, an denen das
jeweilige Stützelement 24 anliegt. Während des Betriebs der
Hochdruckpumpe werden der Ring 18 und die Stützelemente 24
durch die zyklische Belastung und Entlastung der
Pumpenkolben 20 bei deren Förderhub und Saughub schwingend
belastet, indem unterschiedlich hohe Druckkräfte im
15 Kontaktbereich zwischen den Stützelementen 24 und dem Ring
18 wirken. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die durch die
Hochdruckpumpe geförderte Kraftstoffmenge an den Bedarf der
Brennkraftmaschine angepasst werden kann. Hierzu kann der
Zulauf von Kraftstoff in die Pumpenarbeitsräume 28 derart
20 begrenzt werden, dass diese nur teilweise befüllt werden.
Dies kann beispielsweise mittels einer Saugdrosselung im
Zulauf zu den Pumpenarbeitsräumen 28 erfolgen. Bei einer
Teilbefüllung der Pumpenarbeitsräume 28 treten zusätzlich
schlagende Belastungen des Rings 18 und der Stützelemente 24
auf, da die Kraftstoffförderung und damit die Druckbelastung
des Rings 18 und der Stützelemente 24 erst nach einem
teilweisen Leerhub der Pumpenkolben 20 erfolgt.

30 Auf den Ring 18 ist an seiner Außenseite zumindest an den
Abflachungen 34, die den Kontaktbereich zu den
Stützelementen 24 darstellen, eine Festschmierstoffschicht
40 aufgebracht. Der Ring 18 weist außerdem an seiner
Außenseite zumindest an den Abflachungen 34 und damit im
Kontaktbereich zu den Stützelementen 24 eine Vielzahl von
35 Mikrovertiefungen 42 auf, die in den Figuren 3 bis 6

vergrößert dargestellt sind. Der Ring 18 besteht vorzugsweise aus Stahl.

Die Mikrovertiefungen 42 können beispielsweise wie in Figur 3 dargestellt als Nöpfchen ausgebildet sein, die gleichmäßig oder unregelmäßig verteilt über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 angeordnet sind. Die Mikrovertiefungen 42 können alternativ auch wie in Figur 4 dargestellt als zumindest annähernd gerade verlaufende Nuten ausgebildet sein, die in Längsrichtung oder Querrichtung oder mit beliebiger anderer Orientierung über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verlaufen. Die Mikrovertiefungen 42 können alternativ auch wie in Figur 5 dargestellt als sich überkreuzende Nuten ausgebildet sein, die über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verlaufen. Die Mikrovertiefungen 42 können weiterhin alternativ auch wie in Figur 6 dargestellt als zumindest annähernd kreissegmentförmig verlaufende Nuten ausgebildet sein, die zumindest annähernd konzentrisch zueinander verlaufend über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verteilt angeordnet sind. Es kann auch eine Kombination der vorstehend erläuterten unterschiedlichen Ausführungen der Mikrovertiefungen 42 verwendet werden.

Die Mikrovertiefungen 42 weisen vorzugsweise eine Tiefe von etwa 2 bis 30 μm , eine Breite von etwa 15 bis 30 μm und sind in einem Abstand von etwa 30 bis 150 μm voneinander angeordnet. Die Mikrovertiefungen 42 können mittels bekannter Bearbeitungsverfahren wie beispielsweise Laserfertigung, Hartdrehen, Funkenerosion oder lithographischer Verfahren in die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 eingebracht werden.

Die Festschmierstoffschicht 40 ist auf die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 aufgebracht und kann die gesamte Fläche, also nicht nur die Mikrovertiefungen 42

sondern auch die zwischen diesen liegenden erhabenen Bereiche bedecken. In der Oberfläche der Festschmierstoffschicht 40 können dabei die Mikrovertiefungen 42 entsprechend als Vertiefungen
5 abgebildet sein. In den Vertiefungen der Festschmierstoffschicht 40 kann sich Kraftstoff sammeln, durch den die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert wird. Zu Beginn des Betriebs der Hochdruckpumpe ist dabei zwischen den Kontaktbereichen
10 des Rings 18 und der Stützelemente 24 die Festschmierstoffschicht 40 vorhanden und erleichtert das Einlaufen der Hochdruckpumpe, wobei die Festschmierstoffschicht 40 jedoch während des Betriebs der Hochdruckpumpe abgetragen wird. Nach einer gewissen
15 Betriebsdauer der Hochdruckpumpe ist die Festschmierstoffschicht 40 nur noch in den Mikrovertiefungen 42 vorhandenen. Bei weiterem Verschleiß des Rings 18 tritt ständig weiterer Festschmierstoff aus den Mikrovertiefungen 42 aus und verbessert die Schmierung zwischen dem Ring 18
20 und den Stützelementen 24. Die Dicke der Festschmierstoffschicht 40 beträgt in deren Ausgangszustand beispielsweise zwischen 10 µm und 20 µm.

Es kann auch vorgesehen sein, dass zuerst die Festschmierstoffschicht 40 auf den Ring 18 aufgebracht wird und anschließend die Mikrovertiefungen 42 hergestellt werden. In diesem Fall befindet sich kein Festschmierstoff in den Mikrovertiefungen 42, diese haben jedoch den Effekt, dass sich in diesen Kraftstoff sammelt, der die Schmierung
30 zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert.

Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Festschmierstoffschicht 40 nur in die Mikrovertiefungen 42 eingebracht wird und die zwischen diesen liegenden erhabenen Bereiche keine Festschmierstoffschicht 40 aufweisen. Während
35 des Betriebs der Hochdruckpumpe tritt dann aufgrund des

vorhandenen Verschleisses ständig Festschmierstoff aus den Mikrovertiefungen 42 aus und verbessert die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Festschmierstoffschicht 40 die Mikrovertiefungen 42 in Richtung von deren Tiefe nur teilweise ausfüllt. In diesem Fall kann sich zu Beginn des Betriebs der Hochdruckpumpe in den Mikrovertiefungen 42 Kraftstoff sammeln, durch den die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert wird. Mit zunehmender Betriebsdauer der Hochdruckpumpe verringert sich aufgrund des Verschleisses die Tiefe der Mikrovertiefungen 42, so dass aus diesen allmählich der Festschmierstoff austritt und dann die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert.

Die Festschmierstoffschicht 40 besteht aus einem Bindermaterial, in das Festschmierstoffpartikel eingelagert sind. Die Festschmierstoffschicht 40 kann beispielsweise in Form eines flüssigen Lacks oder mit anderen bekannten Applikationstechniken auf den Ring 18 aufgebracht werden. Das Bindermaterial kann aus organischen oder anorganischen Verbindungen bestehen. Die Verwendung anorganischer Verbindungen für das Bindermaterial bietet gegenüber organischen Verbindungen den Vorteil einer höheren Temperaturbeständigkeit. Die Verwendung organischer Verbindungen für das Bindermaterial bietet gegenüber anorganischen Verbindungen den Vorteil einer besseren Korrosionsbeständigkeit. Die Auswahl des Bindermaterials orientiert sich an den Anforderungen hinsichtlich Temperaturbeständigkeit und Kraftstoffbeständigkeit. Die Festschmierstoffpartikel liegen im Bindermaterial gleichmäßig als Partikel in einer Größe von wenigen μm , vorzugsweise zwischen etwa 3 und 8 μm Durchmesser vor. Als Festschmierstoffe können insbesondere Polytetrafluorethylen oder Graphit oder Molybdändisulfid verwendet werden, wobei auch eine Mischung aus diesen Stoffen verwendet werden kann.

Eine Mischung aus Polytetrafluorethylen und Molybdändisulfid ermöglicht einen geringen Reibwert zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24.

5 Zur Optimierung der Haftung der Feststoffschmierschicht 40
am Ring 18 kann eine chemische Vorbehandlung der Oberfläche
des Rings 18 erfolgen, beispielsweise ein Phosphatieren,
wodurch eine haftvermittelnde Zwischenschicht 44 erzeugt
wird. Diese Zwischenschicht ist derart aufzubringen, dass
10 durch diese die Mikrovertiefungen 42 nicht eingeebnet
werden. Die Dicke der Zwischenschicht sollte maximal etwa
20% der Tiefe der Mikrovertiefungen 42 betragen..

15 Alternativ oder zusätzlich zum Ring 18 können auch die
Stützelemente 24 in ihrem Kontaktbereich mit dem Ring 18 mit
einer entsprechenden Feststoffschmierschicht 40 und
Mikrovertiefungen 42 versehen sein wie vorstehend
beschrieben.

05.11.2002 Gu/Os

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

- 10 1. Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung
einer Brennkraftmaschine, mit einer Antriebswelle (12), mit
wenigstens einem Pumpenelement (14), das einen durch die
Antriebswelle (12) in einer Hubbewegung angetriebenen
Pumpenkolben (20) aufweist, wobei auf einem exzentrisch zu
15 deren Drehachse (13) angeordneten Abschnitt (16) der
Antriebswelle (12) ein Ring (18) drehbar gelagert ist, auf
dem sich der Pumpenkolben (20) über ein Stützelement (24)
abstützt, dadurch gekennzeichnet, dass der Ring (18)
und/oder das Stützelement (24) zumindest in deren
20 Kontaktbereich eine Vielzahl von Mikrovertiefungen (42)
aufweist und dass am Ring (18) und/oder am Stützelement (24)
zumindest in deren Kontaktbereich eine
Feststoffschmierschicht (40) aufgebracht ist.
2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Mikrovertiefungen (42) eine Tiefe von etwa 2 bis 30
µm und/oder eine Breite von etwa 15 bis 30 µm und/oder einen
Abstand voneinander von etwa 30 bis 150 µm aufweisen.
- 30 3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (42) in Form von
Näpfchen ausgebildet sind.
4. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
35 gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (42) in Form von
Nuten ausgebildet sind.

5. Hochdruckpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Nuten überkreuzen.

5 6. Hochdruckpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, die Nuten zumindest annähernd kreissegmentförmig ausgebildet sind.

10 7. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Festschmierstoffschicht (40) Polytetrafluorethylen und/oder Graphit und/oder Molybdändisulfid enthält.

15 8. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Festschmierstoffschicht (40) ein Bindermaterial aufweist, in dem Festschmierstoffpartikel gleichmäßig verteilt eingelagert sind.

20 9. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Oberfläche des Rings (18) und/oder des Stützelements (24) und der Festschmierstoffschicht (40) eine haftvermittelnde Zwischenschicht (44) angeordnet ist.

05.11.2002 Gu/Os

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer
Brennkraftmaschine

10

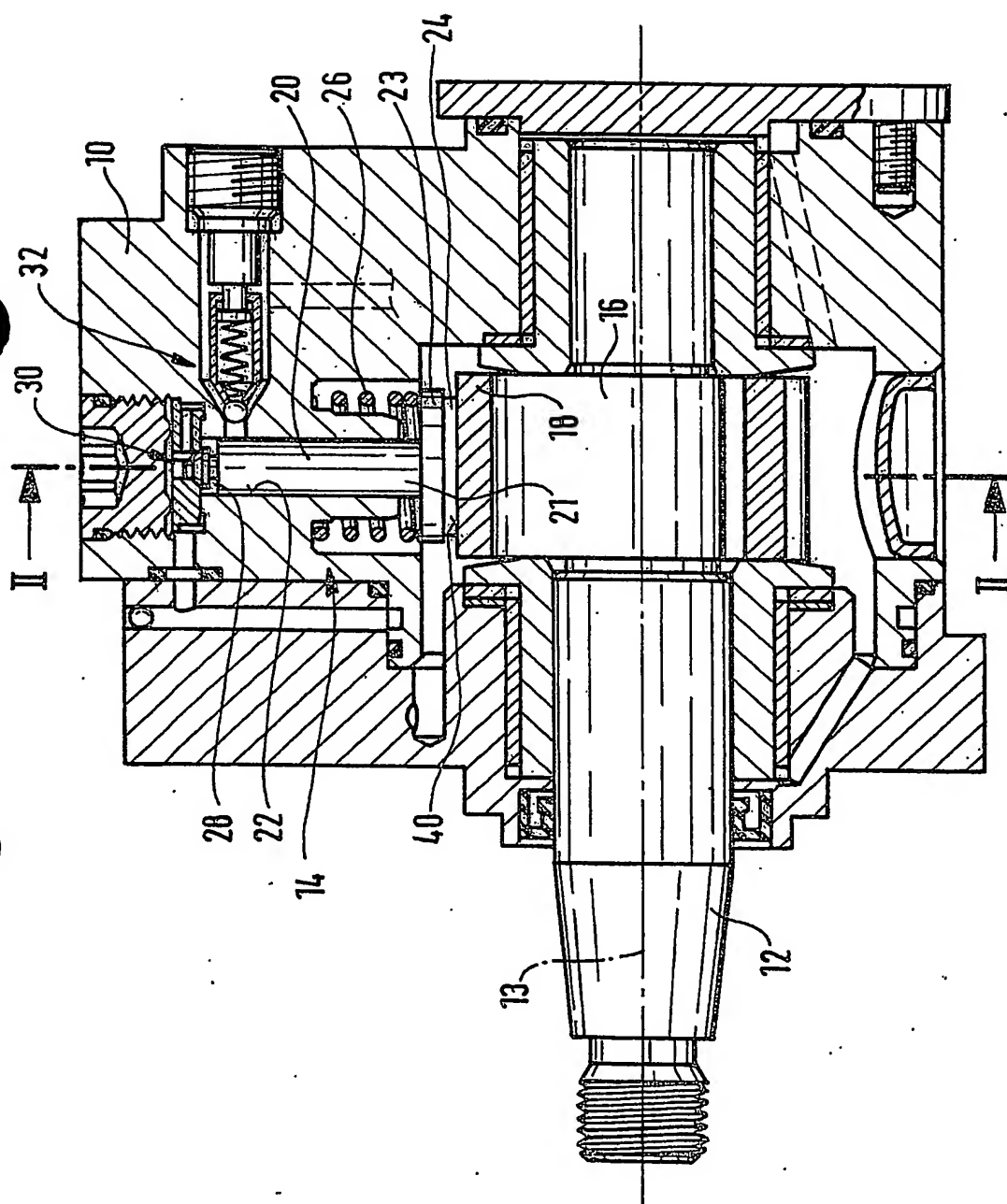
Zusammenfassung

15

20

Die Hochdruckpumpe weist eine Antriebswelle (12) und wenigstens ein Pumpenelement (14) auf, das einen durch die Antriebswelle (12) in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (20) aufweist, wobei auf einem exzentrisch zu deren Drehachse (13) angeordneten Abschnitt (16) der Antriebswelle (12) ein Ring (18) drehbar gelagert ist, auf dem sich der Pumpenkolben (20) über ein Stützelement (24) abstützt. Der Ring (18) und/oder das Stützelement (24) weist zumindest in deren Kontaktbereich eine Vielzahl von Mikrovertiefungen (42) auf und am Ring (18) und/oder am Stützelement (24) ist zumindest in deren Kontaktbereich eine Feststoffschmierschicht (40) aufgebracht.

FIG. 1



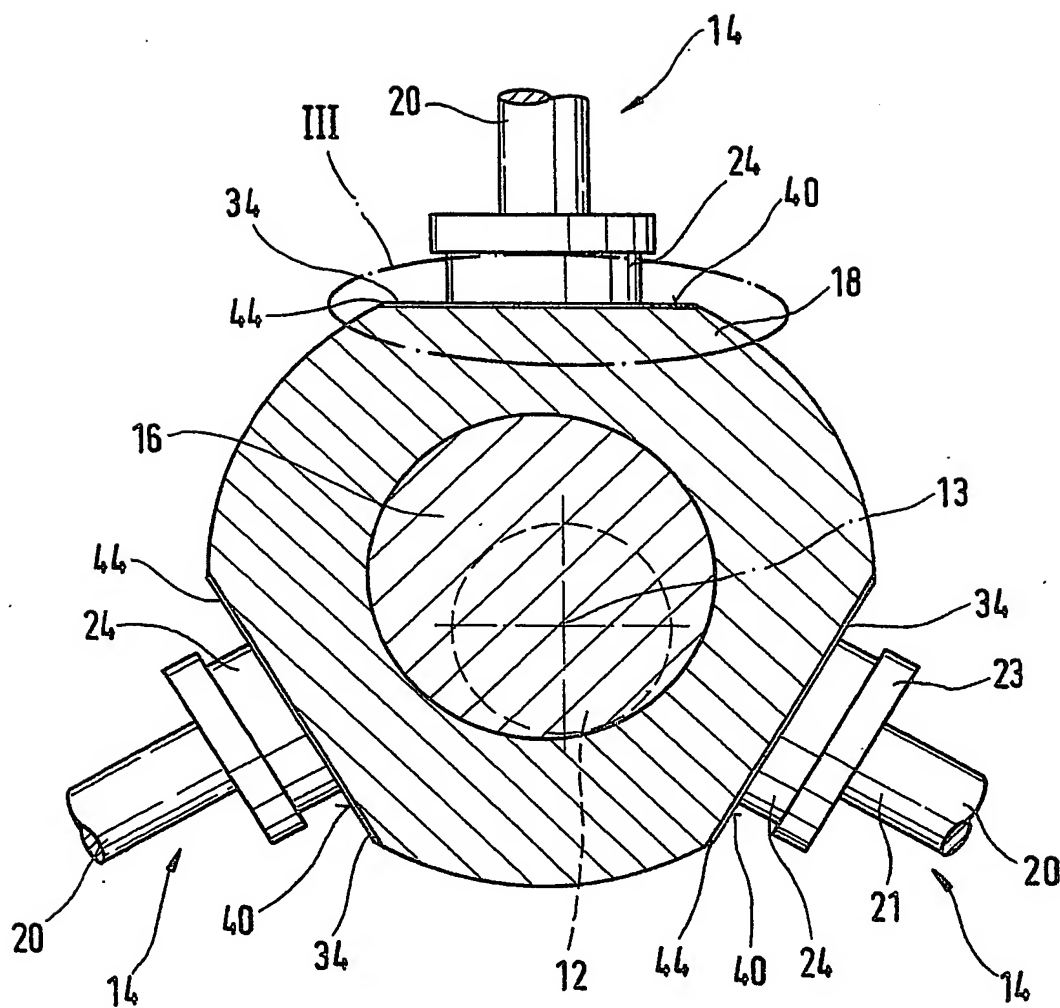
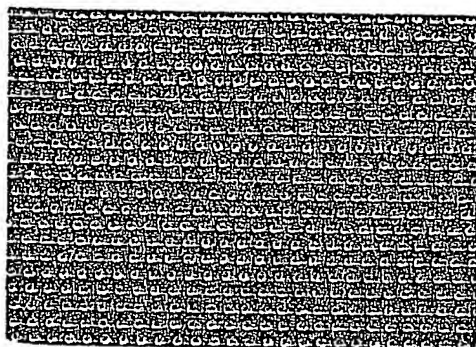


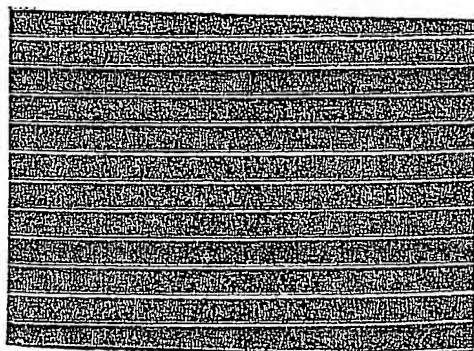
FIG. 2

3/3



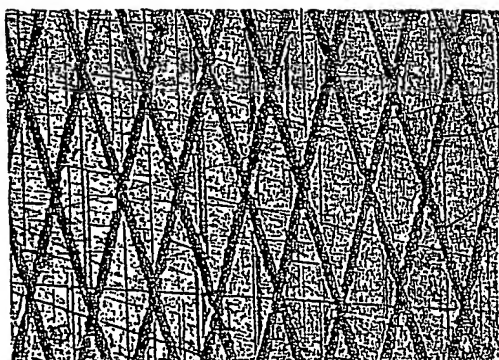
42

Fig.3



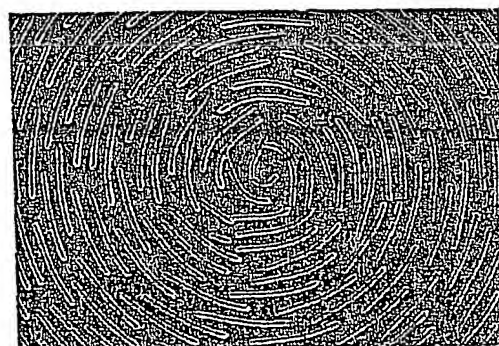
42

Fig.4



42

Fig.5



42

Fig.6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.